



⑳ Aktenzeichen: P 39 36 301.5
㉑ Anmeldetag: 1. 11. 89
㉒ Offenlegungstag: 2. 5. 91

DE 39 36 301 A 1

㉓ Anmelder:
Krupp Kautex Maschinenbau GmbH, 5300 Bonn, DE

㉔ Vertreter:
Koepsell, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 5000 Köln

㉕ Erfinder:
Kiefer, Erich, Dipl.-Ing.; Klüsener, Peter, Dipl.-Ing.,
5300 Bonn, DE

㉖ **Verfahren zum Herstellen von Hohlkörpern aus thermoplastischen Kunststoff**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Hohlkörpern aus thermoplastischem Kunststoff mittels Extrusionsblasformen, wobei diskontinuierlich hergestellte Vorformlinge in einer Blasform aufgeweitet werden. Dabei werden zumindest während eines Teilabschnitts der für ein derartiges Verfahren typischen Füllphase eines Extrusionskopfes der zurückgelegte Weg eines einem Speicherraum zugeordneten Ausstoßkolbens und die Geschwindigkeit, mit welcher der Ausstoßkolben durch das plastifizierte Material innerhalb des Speicherraums verdrängt wird, durch eine zentrale Steuer- und Regeleinrichtung erfaßt und mit den jeweiligen Soll-Werten verglichen. Aufgrund des Vergleichsergebnisses kann dann wenigstens eine Betriebsgröße des Prozesses, z. B. die Förderleistung des Extruders oder der Entleerungshub des Ausstoßkolbens, noch in demselben Arbeitszyklus derart angepaßt werden, daß im wesentlichen das erforderliche Vorformlingsvolumen ausgestoßen wird.

DE 39 36 301 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Hohlkörpern aus thermoplastischem Kunststoff, bei welchem Verfahren zunächst Vorformlinge absatzweise hergestellt werden, die dann in dem Formnest einer unterteilten Blasform unter innerem Überdruck aufgeweitet werden. Eine dafür vorgesehene Extrusionsblasformmaschine weist eine Extrusionseinheit und eine Blasformeinheit auf, deren Arbeitsabläufe aufeinander abgestimmt werden müssen. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Steuern und Regeln einer Extrusionsblasformmaschine.

Eine derartige Extrusionseinheit weist wenigstens einen kontinuierlich laufenden Extruder zum Plastifizieren des im allgemeinen granulatförmigen Kunststoffmaterials und einen Extrusionskopf auf, in welchem wenigstens ein Speicherraum zum Speichern des plastifizierten Materials und wenigstens ein zwischen zwei Endpositionen hubartig hin- und herbewgbares Mittel zum Entleeren des Speicherraums angeordnet sind. Dabei sind im allgemeinen der Speicherraum ringförmig und das Mittel zum Entleeren des Speicherraums als Ringkolben ausgebildet. Deshalb wird zur Vereinfachung im folgenden überwiegend von einem Ringkolben gesprochen, ohne daß damit eine Einschränkung verbunden sein soll.

Bei der absatzweisen Bildung der Vorformlinge können in Abhängigkeit von der Hubbewegung des Ringkolbens innerhalb des Extrusionskopfes während eines Arbeitszyklus zwei Betriebsphasen unterschieden werden. In der einen Betriebsphase, der Füll- oder Speicherphase, wird der Speicherraum unter Verdrängung des Ringkolbens mit plastifiziertem Material gefüllt, bis der Ringkolben seine Endposition am Ende des Füllvorganges erreicht. In der folgenden Betriebsphase, der Ausstoß- oder Entleerungsphase, wird das gespeicherte Material unter Einwirkung des durch Antriebsmittel bewegten Ringkolbens aus dem Speicherraum ausgestoßen und in Richtung auf die Austrittsöffnung des Extrusionskopfes verdrängt, wobei das plastifizierte Material durch einen Verbindungskanal, der zwischen Speicherraum und Austrittsöffnung angeordnet ist, fließt. Während dieser zweiten Betriebsphase wird der Ausstoßvorgang, durch welchen der Vorformling gebildet wird, überwiegend durch die Verdrängung des Materials aus dem Speicherraum durch den Ringkolben bewirkt. Es kommt allerdings ein Materialanteil hinzu, der von dem kontinuierlich laufenden Extruder während des Ausstoßhubes in den Extrusionskopf gefördert wird. Das Volumen des ausgestoßenen Materials setzt sich demnach aus einem Volumenanteil, welcher zuvor im Speicherraum gespeichert war, und einem Volumenanteil zusammen, welcher während des Ausstoßzeit von dem Extruder in den Extrusionskopf gefördert wird. Der unterbrochene Betrieb des das Material plastifizierenden Extruders ist erwünscht, damit sich dessen Betriebszustand stabilisieren kann. Am Ende des Entleerungsvorgangs erreicht der Ringkolben seine andere Endposition.

Der während des Ausstoßvorgangs gebildete Vorformling, der im allgemeinen vertikal an der Austrittsöffnung des Extrusionskopfes hängt, wird von einer wenigstens zweigeteilten Blasform aufgenommen. Dabei wird zumindest ein Teilbereich des Volumen-Mittelabschnitts innerhalb des Formnestes der Blasform unter innerem Überdruck aufgeweitet. Die Endabschnitte des den Vorformling bildenden Volumen-Gesamtabschnitts

werden als Überschußmaterial durch einen Abquetschvorgang abgequetscht, an welchem die Blasformteile teilnehmen, so daß das Überschußmaterial außerhalb des Formnestes verbleibt. Nach der Aufweitung des Volumen-Mittelabschnitts wird der gebildete Hohlkörper gekühlt bis er eine ausreichende Steifigkeit aufweist, daß er beim Herausnehmen aus der Blasform seine Form behält.

Die Zykluszeit eines Arbeitszyklus einer derartigen Blasformeinheit setzt sich demnach im wesentlichen aus Aufnahmezeit, Aufweizeit, Kühlzeit und Entnahmezeit und Bewegungszeiten der Blasformteile zusammen, wobei noch weitere erforderliche Nebenzeiten zu berücksichtigen sind, die jedem Fachmann bekannt sind und daher nicht weiter aufgeführt werden. Es ist bekannt, daß sich insbesondere die Kühlzeit auf die Dauer des gesamten Arbeitszyklus auswirkt. Da die für die anderen Bewegungsabläufe der Blasform benötigten Zeiten ebenfalls nicht ohne weiteres frei wählbar sind, wird üblicherweise die Zykluszeit der Blasformeinheit als Zykluszeit der gesamten Extrusionsblasformmaschine genommen.

Demnach liegt auch die Zykluszeit für den Arbeitszyklus der zugeordneten Extrusionseinheit fest, da anzustreben ist, daß während eines Arbeitszyklus der Blasformeinheit ein Vorformling hergestellt wird. Besonders günstig verläuft der Herstellungsprozeß in der Weise, daß der Vorformling möglichst genau dann ausgestoßen wird, wenn die Blasform zur Aufnahme desselben bereit ist. Davon abweichende Arbeitsabläufe der Blasformeinheit oder der Extrusionseinheit führen zu einer Verringerung der Produktivität und ggf. auch zu einer Verschlechterung der Qualität der Erzeugnisse.

In vielen Fällen ist es bei der Herstellung von Hohlkörpern mittels Extrusionsblasformen zweckmäßig, ggf. sogar erforderlich, die Wanddicke des Vorformlings während des Ausstoßvorganges z. B. dahingehend zu beeinflussen, daß die Bereiche des Vorformlings, die bei dem späteren Aufweiten desselben unter innerem Überdruck eine große Streckung erfahren, eine größere Wandstärke erhalten als jene Stellen, die nur wenig aufgeweitet werden. Dadurch können an die jeweiligen Erfordernisse angepaßte Hohlkörper, insbesondere solche mit im wesentlichen gleichbleibender Wandstärke hergestellt werden. Dies wird dadurch erreicht, daß der Querschnitt der im allgemeinen ringförmigen Austrittsöffnung des Extrusionskopfes in bekannter Weise, z. B. mittels eines bewegbaren Innenteils, erweitert oder verengt wird. Die Bewegung des Innenteils wird dabei nach einem Wanddickenprogramm geregelt. Die dazu benutzte Wanddickensteuerung bringt während der Entleerungsphase, also während des vom Ringkolben ausgeführten Entleerungshubes, das Innenteil der Austrittsöffnung in Abhängigkeit vom zurückgelegten Weg des Ringkolbens in eine vorbestimmte Stellung, die der jeweils gewünschten Wandstärke entspricht. Dabei wird vorausgesetzt, daß im allgemeinen eine konstante Ausstoßgeschwindigkeit des Ringkolbens und eine konstante Förderleistung des Extruders gegeben sind. Ein Verfahren zum Herstellen von Hohlkörpern aus thermoplastischem Material im Blasverfahren, bei welchem die Vorformlinge diskontinuierlich unter Verwendung eines Wanddickenprogrammierers hergestellt werden, ist in der DE-AS 25 44 609 offenbart.

Insbesondere bei der Verwendung von Wanddickensteuerungen muß sichergestellt sein, daß der Vorformling mit dem gewünschten Volumen von der Extrusionseinheit ausgestoßen wird, da andernfalls die vorbe-

stimmte Wanddickenverteilung entlang der Längserstreckung des Vorformlings relativ zum Formnest der Blasform verschoben und damit falsch ist.

Im folgenden wird das gesamte Volumen, welches den Vorformling bildet, mit Brutto-Volumen bezeichnet, welches dem Materialvolumen des aufgeweiteten Hohlkörpers zuzüglich dem Materialvolumen des Überschußmaterials entspricht.

Der Arbeitsablauf der Extrusionseinheit ist im allgemeinen so auf den Arbeitsablauf der Blasformeinheit einzustellen, daß innerhalb der Zeit eines Arbeitszyklus einmal das Brutto-Volumen des Vorformlings plastifiziert und ausgestoßen wird. Aus dieser Bedingung ist lediglich die Förderleistung des vorgeschalteten, üblicherweise kontinuierlich laufenden Extruders bestimmt. Zur Durchführung der einleitend beschriebenen Verfahrensweise sowie zur Auslegung des dafür benötigten Extrusionskopfes müssen noch weitere Betriebsgrößen für den Arbeitsablauf bestimmt werden, z. B. das Volumen des zu speichernden Materials und die Ausstoßgeschwindigkeit des Ringkolbens. Weiterhin wird durch den Arbeitsablauf der zugeordneten Blasformeinheit der Zeitpunkt vorgegeben, zu welchem der Ausstoßvorgang frühestens beginnen kann, da erst zu diesem Zeitpunkt sich die unterteilte Blasform in ihrer Bereitstellung, in welcher sie den Vorformling aufnehmen kann, befindet. Dies ist deshalb wichtig, weil sich die Blasform in vielen Fällen fortlaufend unter der Austrittsöffnung des Extrusionskopfes befindet, so daß ein Austreten des Vorformlings bei noch geschlossener Blasform zu erheblichen Maschinenstörungen und/oder Arbeitsablaufstörungen führen kann.

Insbesondere ist bei einer Auslegung darauf zu achten, daß das Brutto-Volumen nicht nur dem Material entspricht, welches im Speicherraum in der Füllphase angesammelt wird. Vielmehr setzt sich, wie bereits erwähnt, das ausgestoßene Material aus dem gespeicherten Material und dem während der Ausstoßphase extrudierten Material zusammen. Das Volumen des im Speicherraum zu sammelnden Materialanteils ist demnach so bemessen, daß es zusammen mit dem während der Ausstoßphase vom Extruder hinzugeführten Materialanteil das Brutto-Volumen ergibt, welches den Vorformling bildet.

Es hat sich herausgestellt, daß aufgrund der im allgemeinen relativ engen Austrittsöffnung und des Verhaltens des Kunststoffes beim Austreten aus dieser Öffnung nicht beliebig hohe Austrittsgeschwindigkeiten des Materials eingestellt werden können, ohne daß unter Umständen auf der Oberfläche des Vorformlings Fließmarkierungen entstehen mit der Folge, daß der fertige Hohlkörper nicht die erforderliche Qualität bezüglich seiner Oberflächenbeschaffenheit aufweist. Demzufolge wird für die Austrittsgeschwindigkeit ein Geschwindigkeitsbereich gewählt, der für den jeweiligen Kunststoff bei gegebener Austrittsöffnung geeignet ist.

Anhand von Erfahrungswerten, die jedem Fachmann geläufig sind, und der jeweils vorliegenden Geometrie des Extrusionskopfes sowie der Geometrie der Austrittsdüse kann, ausgehend von einer geeigneten Austrittsgeschwindigkeit der Masse aus der Austrittsöffnung, auf die einzustellende Geschwindigkeit des Ringkolbens während des Ausstoßhubes geschlossen werden. Mit der Festlegung dieser Geschwindigkeit des Ringkolbens, die wegen der feststehenden Geometrie auch einem verdrängten Volumenstrom entspricht, kann das Volumen des zu speichernden Materialanteils

am herzustellenden Vorformling so bestimmt werden, daß während des Ausstoßvorganges zusätzlich zu dem dabei aus dem Speicherraum verdrängten Materialanteil soviel Material vom Extruder in den Extrusionskopf gefördert wird, daß insgesamt das für den Vorformling erforderliche Brutto-Volumen aus dem Extrusionskopf ausgestoßen wird.

Es ist zweckmäßig und aus der DE-OS 28 13 241 bekannt, den Extrusionskopf so auszubilden, daß das Maximalvolumen des Speicherraumes etwas größer ist als das Volumen, das bei Herstellung von Hohlkörpern mit der Größe, für die der jeweilige Extrusionskopf vorgesehen ist, gespeichert werden muß. Dies bedeutet, daß der zur Herstellung eines Vorformlings für einen bestimmten Hohlkörper vom Ringkolben auszuführende Hub etwas kleiner ist als der maximal mögliche Hub.

In bekannter Weise wird dabei das Volumen des für den jeweiligen Vorformling zu speichernden Materialanteils dadurch eingestellt, daß im Bereich des maximal möglichen Hubs die Endpositionen der Hubbewegung des Ringkolbens und damit dessen Hub festgelegt werden, der somit normalerweise kleiner ist als der maximal mögliche Hub. Somit kann derselbe Kopf, der ein relativ teures Investitionsgut darstellt, für unterschiedliche Blasformen verwendet werden, für welche unterschiedliche Vorformlinge mit unterschiedlichen Brutto-Volumen erforderlich sind.

Mit dem nunmehr bekannten durchzuführenden Hub und der festgelegten Ausstoßgeschwindigkeit des Ringkolbens ergibt sich eine Ausstoßzeit, innerhalb welcher der Ausstoßvorgang stattfindet. Erst durch die Festlegung dieser Betriebsgrößen ist eine Extrusionseinheit bezüglich ihres Arbeitsablaufes bestimmt.

Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, daß der Betrieb des Systems, welches den Extrusionskopf und den wenigstens einen Extruder aufweist, Einflüssen unterliegt, die nicht vorhersehbar und nicht immer bestimmbar sind. Dabei handelt es sich insbesondere um die Temperatur und die physikalischen Eigenschaften des zu verarbeitenden Kunststoffes. Beide Einflüsse können beispielsweise zu Schwankungen der Viskosität des Kunststoffes im System führen. Diese Schwankungen wirken sich insbesondere auf die Leistung des Extruders, also dessen Materialförderung pro Zeiteinheit, aus.

Nicht zuletzt aufgrund der vorbeschriebenen Einflüsse unterliegt das Extrusionsblasformverfahren wie alle anderen technischen Verfahren im allgemeinen mehr oder weniger großen Schwankungen und damit Ungenauigkeiten bezüglich eines einzuhaltenden vorgegebenen Soll-Betriebszustandes. Demzufolge werden die Beschaffenheiten der durch diesen Prozeß hergestellten Produkte ebenfalls Schwankungen aufweisen, die teilweise erhebliche Qualitätsminderungen bewirken können. Es sind daher Regeleinrichtungen erforderlich, welche die Abweichungen einzelner Vorrichtungen zur Durchführung des angewandten Verfahrens von einem einzuhaltenden Soll-Wert erfassen und entsprechende Veränderung der geregelten Betriebsgröße zur Anpassung an diesen Soll-Wert bewirken.

Bekannte Regeleinrichtungen für den Arbeitsablauf eines diskontinuierlichen Extrusionsprozesses erfassen z. B. zum vorgegebenen Zeitpunkt des Ausstoßbeginns, zu dem die Blasform für die Aufnahme des Vorformlings bereit ist, die Position des Ringkolbens und vergleichen diese Ist-Position mit einer vorgegebenen Soll-Position. Bei eventuellen Abweichungen wird dann die Förderleistung des Extruders verändert mit dem Ziel, daß im nächsten Zyklus der zurückgelegte Weg des Ringkol-

bens möglichst genau dem Soll-Wert entspricht. Nachteilig dabei ist, daß erst im nächsten Arbeitszyklus kontrolliert werden kann, ob das gewünschte Ergebnis erreicht worden ist, so daß im allgemeinen mehr kleinen erforderlich sein werden, um einen vorbestimmten Betriebszustand zu erreichen. Die bis dahin hergestellten Vorformlinge und somit auch die fertigen Hohlkörper werden demnach nicht die gewünschte Qualität aufweisen können. Als weiterhin nachteilig hat sich herausgestellt, daß bei einer derartigen Zustandserfassung nur eine Momentaufnahme eines Betriebszustandes möglich ist, unabhängig davon, auf welche Art und Weise die Abweichung entstanden ist. Hat z. B. der Ringkolben seine Soll-Position nicht erreicht, weil der vorgeschaltete Extruder nur für einen kurzen Moment einen Leistungseinbruch, z. B. infolge eines fehlerhaften Nachrutschens des Granulats im zugeordneten Einfülltrichter hatte, wird bei einer derartigen Regelung die Förderleistung des Extruders erhöht werden, obwohl die Förderleistung sich ohnehin wieder auf den Soll-Wert eingestellt hat. Dies hat zur Folge, daß im nächsten Zyklus der Ringkolben seine Soll-Position viel zu früh erreicht, so daß mehrere Regeleingriffe notwendig sind, um den Prozeß zu stabilisieren.

Der Erfindung liegt demnach die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Steuern und Regeln für eine Extrusionsblasformmaschine einleitend beschriebener Art bereitzustellen, die die oben aufgeführten Nachteile vermeidet. Insbesondere soll die Erfindung die Produktivität derartiger Maschinen dahingehend verbessern, daß möglichst wenige Hohlkörper, die nicht den Qualitätsanforderungen entsprechen, hergestellt werden. Darüber hinaus soll das Verfahren das Einrichten, also das Vorbereiten einer Maschine für die Produktion eines bestimmten Hohlkörpers vereinfachen.

Als Lösung schlägt die Erfindung vor, die Betriebszustände der einzelnen Aggregate einer Extrusionsblasformmaschine mit einer zentralen Steuer- und Regeleinrichtung zu erfassen und miteinander zu verknüpfen. Bei Auftreten einer Abweichung wird in Abhängigkeit von deren Ausmaß noch während desselben Arbeitszyklus' wenigstens eine Betriebsgröße und/oder eine Vorgabe für eine Betriebsgröße des anschließenden Ausstoßvorganges derart verändert, daß im wesentlichen das vorbestimmte Brutto-Volumen des Vorformlings ausgestoßen wird. Dazu wird zumindest während eines Teilabschnittes des Füllvorganges der zurückgelegte Weg des Ringkolbens sowie die Geschwindigkeit, mit welcher der Ringkolben von dem plastifizierten Material verdrängt wird, von der zentralen Steuer- und Regeleinheit erfaßt und mit zugeordneten Soll-Werten verglichen. Die Geschwindigkeit des Ringkolbens während des Füllvorganges wird dabei als Maß für die Förderleistung des Extruders genommen. Durch diese erfindungsgemäße Maßnahme werden mit einfachen Mitteln der Zeitablauf, der durch den zurückgelegten Weg wiedergegeben wird, und die Förderleistung zumindest während eines bestimmten Zeitabschnittes der Füllphase überwacht. Eventuelle Abweichungen von den jeweiligen Soll-Werten werden daher rechtzeitig erkannt, so daß ein frühzeitiger Regeleingriff auf entsprechende Betriebsgrößen erfolgen kann.

Durch die ständige Erfassung der Betriebszustände kann in vorteilhafter Weise der Extrusionsprozeß dahingehend optimiert werden, daß noch in demselben Arbeitszyklus, in welchem die Abweichung aufgetreten ist, ein Regeleingriff erfolgen kann. Die Einleitung eines Regeleingriffs sollte dabei in zweckmäßiger Weise nur

solange erfolgen, wie die Auswirkungen des Regeleingriffs noch in demselben Arbeitszyklus überwacht werden können. Insbesondere wird eine Anpassung der Betriebsgrößen darauf hinauslaufen, daß unabhängig von der Art und dem Zeitpunkt des Auftretens einer Abweichung ein Vorformling ausgestoßen wird, der das erforderliche Brutto-Volumen zumindest annähernd aufweist.

Zur Anpassung erforderliche Regeleingriffe können dabei nicht nur die Förderleistung des vorgeschalteten Extruders, sondern beispielsweise auch den durchzuführenden Hub des Ringkolbens oder die Ausstoßgeschwindigkeit des Ringkolbens betreffen. Die letztgenannten Regeleingriffe haben den Vorteil, daß sie im Gegensatz zu der relativ langsamen Reaktionsfähigkeit des Extrudersystems sich nahezu ohne Zeitverzögerung auswirken.

Weiterhin besteht ein Vorteil darin, daß die Förderleistung des Extruders direkt erfaßt wird, so daß ein stabiler Betriebszustand des letzteren, der in der Regel erwünscht ist, erkannt und aufrechterhalten werden kann. Dadurch werden häufige Regeleingriffe vermieden, so daß der Prozeß sehr schnell eine günstige Betriebsweise annehmen kann. Zweckmäßig kann es dabei sein, eine Veränderung der Förderleistung des Extruders erst dann vorzunehmen, wenn sie über einen bestimmten Zeitraum eine zulässige Toleranzabweichung überschreitet. Dadurch haben derartige Störeinflüsse keine Regeleingriffe auf die Förderleistung des Extruders zur Folge. Vielmehr soll durch die Regel- und Steuereinrichtung gemäß der Erfindung bei kleinen Abweichungen oder kurzfristigen Schwankungen der Förderleistung des Extruders, die auch eine Abweichung des ausgestoßenen Brutto-Volumens vom Soll-Wert bewirken würden, ggf. ein Regeleingriff auf die anderen Betriebsgrößen durchgeführt werden, so daß das erforderliche Brutto-Volumen mit größtmöglicher Genauigkeit ausgestoßen wird.

Dabei kann es sich in vorteilhafter Weise darum handeln, bei kleinen Abweichungen oder kurzfristigen Schwankungen in der Förderleistung des Extruders durch einen Regeleingriff den Entleerungshub des Ringkolbens so zu ändern, daß bei zu geringer Förderleistung des Extruders aus dem Speicherraum ein entsprechender größerer Materialanteil, bei zu hoher Förderleistung des Extruders dagegen aus dem Speicherraum ein entsprechend kleinerer Materialanteil ausgestoßen wird. Dies ist jedenfalls dann möglich, wenn, wie bereits erwähnt, der Speicherraum ein maximales Volumen aufweist, welches größer ist als das zu speichernde Soll-Volumen für einen Vorformling, wobei dann auch die Soll-Hublänge des Ringkolbens kleiner ist als der maximal mögliche Kolbenweg. Diese Ausgestaltung gibt die Möglichkeit, bei zu hoher Förderleistung des Extruders den Kolbenhub gegenüber dem Soll-Wert zu verkürzen, so daß auch weniger Materialanteil als dem Soll-Wert entspricht, aus dem Speicherraum durch den Ringkolben ausgestoßen wird. Dies hat zur Folge, daß ein Teil des gespeicherten Materialanteils im Speicherraum verbleibt, so daß am Ende der darauffolgenden Füllphase, in welcher wieder das Soll-Volumen des zu speichernden Materialanteils in den Speicherraum gefördert wird, dieser mehr Material enthält als dem Soll-Wert des zu speichernden Materialanteils entspricht. Dabei wird der Ringkolben über seine normale Endposition am Ende der Füllphase hinaus verschoben. Dies ist möglich, weil das maximale Volumen des Speicherraums und der maximale Hub des Kolbens größer sind als der jeweilige

Soll-Wert für die Herstellung eines bestimmten Hohlkörpers. Umgekehrt gilt, daß bei zu niedriger Förderleistung des Extruders aus dem so aufgebauten Materialvorrat im Speicherraum des Extrusionskopfes durch entsprechende Vergrößerung des Entleerungshubes des Ringkolbens zusätzlich Material zur Bildung des Vorformlings ausgestoßen wird, um dessen Soll-Brutto-Volumen zu erhalten.

Bei Abweichungen der Förderleistung des wenigstens einen Extruders vom Soll-Wert wird jedenfalls dann, wenn kein die Förderleistung des Extruders betreffender Regeleingriff erfolgt, damit zu rechnen sein, daß die Abweichung auch während der darauffolgenden Entleerungsphase aufrechterhalten bleibt. Dies würde ebenfalls zu einer Abweichung des Brutto-Volumens des herzustellenden Vorformlings von seinem Soll-Brutto-Volumen führen. Aus diesem Grunde sieht die Erfindung die weitere Möglichkeit vor, auch dieses durch die Abweichung von der Soll-Förderleistung während der Entleerungsphase verursachte Materialdefizit zu kompensieren durch entsprechende, ggf. zusätzliche, Verlängerung oder Verkürzung des Entleerungshubes des Ringkolbens. Wenn dabei die Geschwindigkeit, mit welcher der Entleerungshub durchgeführt wird, so geändert wird, daß die für die Entleerungsphase erforderliche Zeit im wesentlichen mit der Soll-Zeit für die Entleerungsphase übereinstimmt, sind im allgemeinen keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

Wenn hingegen unter den genannten Voraussetzungen die Geschwindigkeit, mit welcher der Entleerungshub durchgeführt wird, keine Änderung erfährt und somit die für die Durchführung des Hubs benötigte Zeit gegenüber der Soll-Zeit kürzer oder länger wird, muß dies bei gegebener Förderleistung des Extruders auch zu einer entsprechenden Änderung der während des Entleerungshubes vom Extruder hinzugeführten Materialmenge führen. Die dadurch hervorgerufene Abweichung vom Soll-Wert der während des Entleerungshubes hinzugeführten Materialmenge kann im Bedarfsfall ebenfalls durch entsprechende Verkürzung oder Verlängerung des Kolbenhubes während des Entleerungshubes kompensiert werden. Bei dieser Verfahrensweise tritt zwar eine Änderung der Zykluszeit des Extrusionssystems auf. Diese ist jedoch aufgrund des Anteils des während der Entleerungsphase vom Extruder hinzugeführten Material so gering, daß sie normalerweise ohne weiteres in Kauf genommen werden kann.

Aufgrund des Vorhandenseins einer zentralen Steuer- und Regeleinheit, die mit einem geeigneten Rechner versehen ist, kann der gesamte Betriebsablauf des Extrusionssystems überwacht werden, wobei der Rechner aus den erfaßten Betriebsdaten jeweils die Änderungen errechnet, die sich aus den jeweiligen Abweichungen vom Soll-Zustand ergeben und erforderlich sind, um das gewünschte Betriebsergebnis zu erhalten. Die Änderungen können dazu dienen, die jeweilige Abweichung vom Betriebszustand, z. B. bei der Förderleistung des Extruders, möglichst schnell und möglichst weitgehend zu beseitigen. Es kann aber auch so verfahren werden, daß die Abweichung durch Änderung einer anderen Betriebsgröße, beispielsweise durch Änderung des Hubes des dem Speicherraum zugeordneten Ringkolbens, kompensiert wird.

Auf welche Art und Weise bestimmte Regeleingriffe gemäß der Erfindung erfolgen können, wird im folgenden anhand der Zeichnung, insbesondere anhand der Volumen-Zeit-Diagramme (V-t-Diagramme) eines Arbeitszyklus einer diskontinuierlich arbeitenden Extrusionseinheit, erläutert. Es zeigt

Fig. 1 im Schema ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens,

Fig. 2 ein V-t-Diagramm eines idealen Arbeitszyklus,

Fig. 3 ein V-t-Diagramm mit einer Abweichung vom idealen Arbeitszyklus,

Fig. 4 ein V-t-Diagramm mit einer anderen Abweichung vom idealen Arbeitszyklus,

Fig. 5 ein V-t-Diagramm, bei welchem die Auswirkung einer Regelung gemäß der Erfindung dargestellt ist,

Fig. 6 ein V-t-Diagramm gemäß Fig. 3, wobei die Auswirkung einer anderen Regelung gemäß der Erfindung dargestellt ist,

Fig. 7 ein V-t-Diagramm gemäß Fig. 3, bei welchem die Auswirkung einer dritten Regelung gemäß der Erfindung dargestellt ist.

Die in Fig. 1 der Zeichnung im Schema dargestellte Vorrichtung zum Herstellen von Hohlkörpern aus thermoplastischem Kunststoff mittels Extrusionsblasformen weist eine Extrusionseinheit 2 und eine Blasformeinheit 4 auf. Der Extrusionskopf 9 der Extrusionseinheit 2 besteht im wesentlichen aus einem Gehäuse 15, einem stationären Dorn 16, einem darin coaxial verschiebbar angeordneten Kern 17 und einem in einem Speicherraum 18 axial beweglichen ringförmig ausgebildeten Kolben 19. Der Kern 17 stellt an seinem unteren Ende 14 die innere Begrenzung einer ringspaltförmigen Austrittsöffnung 20 dar. Im oberen Endbereich ist der Kern 17 mit einem Kolben 21 versehen, der innerhalb eines Zylinders 22 geführt ist. Die Zu- und Ableitungen für das im allgemeinen hydraulische Arbeitsmedium sind mit 23 und 24 bezeichnet. Der Kolben 19 ist mittels über seinen Umfang verteilt angeordneten Stangen 25 oder dgl. mit der Kolbenstange 26 eines Kolbens 27 verbunden, der in einem Zylinder 28 verschiebbar angeordnet ist. Zu- und Ableitungen 29 und 30 sind für das normalerweise hydraulische Arbeitsmedium vorgesehen.

Dem Extrusionskopf 9 ist ein Extruder 10 vorgeschaltet, dessen Schnecke 11 durch einen Motor 12 angetrieben wird. Das im allgemeinen granulatförmige thermoplastische Material wird dem Extruder 10 über einen Trichter 13 zugeführt. Der Extruder 10 mündet in eine Eintrittsöffnung 31 des Gehäuses 15 des Extrusionskopfes 9. Das plastifizierte Material wird dabei durch zwei einander gegenüberliegende, sich nach unten erweiternde Kanäle 32 in eine ringförmige Querschnittsform gebracht und strömt über einen Zwischenkanal 33, der durch den Dorn 16 und den beweglichen Ringkolben 19 gebildet wird, in den Speicherraum 18.

Unterhalb des Extrusionskopfes 9 ist die Blasformeinheit 4 angeordnet, die eine aus zwei Formhälften 34a, 34b bestehende Blasform 34 aufweist. Der Blasform 34 ist ein Dorn 35 zugeordnet, der zur Zufuhr eines Druckmittels, z. B. Druckluft, dient, durch welches der Vorformling 31 entsprechend der durch das Formnest der geschlossenen Blasform 34 gebildeten Kontur aufgeweitet wird. Die Zufuhr des Druckmittels erfolgt über eine Bohrung 36 im Dorn 35. Für die Bewegung der Blasformhälften ist der Blasformhälfte 34b ein Antriebskolben 49, der in einem Zylinder 48 verschiebbar ist, zugeordnet. Durch bekannte Synchronisationsmittel wird bewirkt, daß sich die Blasformhälften 34a, 34b gleichmäßig in Richtung auf den Vorformling 31 bewegen können. Diese Synchronisationsmittel sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt, zumal sie jedem Fachmann geläufig sind. Es ist auch üblich, jeder Blasformhälfte 34a, 34b ein eigenes Antriebsmittel

48, 49 zuzuordnen.

Zur Durchführung des Verfahrens gemäß der Erfindung ist eine Steuer- und Regeleinrichtung vorgesehen, deren zentrale Recheneinheit mit 66 bezeichnet ist. In dieser Einheit, die z. B. ein Mikrocomputer sein kann, werden die Betriebszustände erfaßt und eventuelle Anpassungen der Betriebsgrößen der Extrusions- und Blasformeinheit vorgegeben.

Zur Erfassung des zurückgelegten Weges des Ringkolbens 19 ist ein Positionsgeber 64 mit einem Positionsanzeiger 39, welcher z. B. als Potentiometer ausgebildet sein kann, vorgesehen. In der Umrechnungseinheit 68 wird aus dem Positionssignal 56, welches auch direkt zu der zentralen Steuer- und Regeleinrichtung 66 geleitet wird, die momentane Geschwindigkeit ermittelt, die über die Leitung 69 der zentralen Einheit 66 zugeführt wird, in welcher diese Ist-Werte mit den vorgegebenen Soll-Werten verglichen werden. Entsprechend der einleitenden Erläuterung stellen diese Betriebsgrößen die maßgeblichen Parameter des Extrusionsprozesses dar, da durch sie der Zeitablauf des Prozesses bestimmt wird. Die Geschwindigkeit des Ringkolbens 19 während der Füllphase wird dabei als Maß für die Förderleistung des Extruders 10 genommen, dessen Antriebsmotor 12 mit einer Regelvorrichtung 80 verbunden ist, die ihrerseits über die Leitung 81 mit der zentralen Einheit 66 verbunden ist.

Zur Beeinflussung der Wanddicke des Vorformlings weist die Extrusionseinheit 2 einen beweglichen Düsenkern 17 auf, dessen Bewegungen während des Ausstoßvorganges durch einen Programmierer 53 geregelt werden. Entsprechend dem durch die Kurve 54 repräsentierten Programm wird in Abhängigkeit vom zurückgelegten Hub des Ringkolbens 19 der Kern 17 bewegt. Dazu ist ein Ventil 63 vorgesehen, das mit den Zu- und Ableitungen 23, 24 der Kolben-Zylindereinheit 21, 22 zusammenwirkt. Der Regler 60 vergleicht die über Positionsanzeiger 57 und Positionsgeber 58 oder dgl. ermittelte tatsächliche Lage des Kernes 17 mit dessen Soll-Lage, welche durch das Wanddickenprogramm über die Leitung 61 vorgegeben ist. Der zurückgelegte Hub wird über die Leitung 56 vom Positionsgeber 64 dem Wanddickenprogrammierer 53 zugeleitet.

Zur Kontrolle der vorgegebenen Endlänge des Vorformlings 31 kann beispielsweise eine Lichtschranke 38 vorgesehen sein, welche über eine Regeleinrichtung 55 mit dem Wanddickenprogrammierer 54 verbunden ist, wodurch z. B. eine Verstellung des Wanddickenprogramms zur Beeinflussung der ausgestoßenen Länge des Vorformlings 31 bewirkt wird, ohne daß das Bruttovolumen des Vorformlings 31 verändert wird. Der Wanddickenprogrammierer 54 und die zentrale Steuer- und Regeleinheit sind durch die Leitungen 76 und 77 miteinander verbunden, so daß bei eventuellen gegenseitigen Beeinflussungen, so z. B. durch Veränderung des durchzuführenden Hubes des Ringkolbens 19, diese ausgeglichen werden können.

Während des Ausstoßvorganges wird die Soll-Ausstoßgeschwindigkeit des Ringkolbens 19 über ein Ventil 87, welches mit der Kolben-Zylindereinheit 27, 28 des Antriebsmittels des Ringkolbens 19 zusammenwirkt, eingestellt. Dazu ist das Ventil 87 mit einer Steuereinheit 89 verbunden, die ihr Eingangssignal über die Leitung 88 von der zentralen Einheit 66 erhält. Die Geschwindigkeit des Ringkolbens 19 wird dabei zweckmäßigerweise ebenfalls durch den Positionsgeber 64 erfaßt und über die Umrechnungseinheit 68 der zentralen Steuereinheit 66 zugeführt.

Der durchzuführende Hub des Ringkolbens 19, durch welchen das Volumen des zu speichernden Materials innerhalb des Speicherraumes 18 bestimmt ist, kann durch die Einstellvorrichtung 85 festgelegt werden, die in Abhängigkeit von dem Signal 83 die Endpositionen 40 und 41 der Hubbewegung einstellt.

Der Bewegungsablauf der Blasformeinheit 4 wird durch eine Steuereinheit 70 kontrolliert, durch welche die Zykluszeit, die Kühlzeit und andere notwendige Nebenzeiten der Blasformeinheit vorgegeben werden. Die Steuerung der Bewegung wird dabei über eine Steuereinrichtung 44, die mit einem Ventil 45 für die Zu- und Ableitungen 46, 47 der zugeordneten Kolben-Zylindereinheit 49, 48 verbunden ist, bewirkt. Die jeweilige Stellung der Blasform wird über einen Positionsgeber 73, der als Potentiometer ausgebildet sein kann, der Steuereinheit 70 zugeführt. Die Steuereinheit 70 wirkt über die Leitungen 71 und 72 mit der zentralen Regel- und Steuereinheit 66 für den gesamten Extrusionsblasformprozeß zusammen. Insbesondere wird durch die Steuereinheit 70 über die Leitung 71 der zentralen Steuer- und Regeleinheit die einzuhaltende Zykluszeit sowie der Zeitpunkt, zu welchem die Blasform 34 zur Aufnahme eines Vorformlings bereit ist, vorgegeben.

In Fig. 2 ist der ideale Verlauf eines Arbeitszyklus einer Extrusionseinheit einleitend beschriebener Art dargestellt. Die mit V bezeichnete Ordinate stellt das zu plastifizierende Volumen des Kunststoffes dar. Auf der mit t bezeichneten Abszisse sind die verschiedenen Zeitabschnitte des Arbeitsablaufes eines Extrusionsprozesses eingetragen. Durch die feststehende Geometrie des Speicherraumes und des Ringkolbens innerhalb des Extrusionskopfes kann einem Volumen direkt ein zurückgelegter Hub des Ringkolbens zugeordnet werden, so daß bei entsprechender Maßstabswahl auch der Hub des Ringkolbens auf der Ordinate abgelesen werden kann. Demnach entspricht der Kurvenverlauf dem Bewegungsablauf des Ringkolbens, der maßgebend für den gesamten Extrusionsprozeß ist. Der Vorteil einer Darstellung der Volumen kann darin gesehen werden, daß außer der Bewegung des Kolbens auch das Volumen des während der Ausstoßphase extrudierten Materials sowie die Förderleistung des Extruders gezeigt werden.

Die Randbedingungen für den Extrusionsprozeß sind durch das erforderliche Brutto-Volumen V_B (Strecke EC) einerseits und die Zykluszeit t_z (Strecke AE) andererseits vorgegeben. Die Förderleistung des kontinuierlich laufenden Extruders ergibt sich daher aus der Steigung der Strecke AC, da innerhalb der Zeit eines Zyklus das Brutto-Volumen für einen Vorformling von dem Extruder plastifiziert werden muß. Entsprechend der einleitenden Erläuterung läßt sich aus den Kenngrößen des Extrusionskopfes und des Kunststoffes eine günstige Geschwindigkeit des Ringkolbens während des Ausstoßvorganges bestimmen. Unter der Bedingung, daß zum Zeitpunkt E, d. h. am Ende der Zykluszeit t_z , das gespeicherte Material ausgestoßen sein soll, läßt sich diese Geschwindigkeit des Ringkolbens, die auch einem verdrängten Volumenstrom entspricht, durch die Steigung der Strecke BE im V-t-Diagramm darstellen. Durch den Schnittpunkt B mit der Strecke AC sind die Ausstoßzeit t_A (Strecke DE) einerseits und das Volumen des zu speichernden Materials V_S (Strecke EF) festgelegt, so daß das Verhältnis von Brutto-Volumen V_B zum Volumen des zu speichernden Materials V_S dem Verhältnis der Zykluszeit t_z zur Differenz der Zykluszeit t_z und Ausstoßzeit t_A entspricht:

$$\frac{V_B}{V_S} = \frac{t_z}{t_z - t_A}$$

Da im allgemeinen das erforderliche Brutto-Volumen eines Vorformlings unter anderen Bedingungen, insbesondere hinsichtlich des herrschenden Druckes, bestimmt wird, müssen wegen der Kompressibilität des Kunststoffes die im Speicherraum herrschende Druckverhältnisse bei der Anwendung der obigen Bestimmung des Volumens des zu speichernden Materials berücksichtigt werden. Dies ist jedem Fachmann geläufig und braucht daher nicht näher erläutert zu werden.

Aus dem V-t-Diagramm können weiterhin das während der Ausstoßphase von dem Extruder in den Extrusionskopf geförderte Materialvolumen V_E (Strecke FC) und die erforderliche Speicherzeit t_s (Strecke AD) abgelesen werden. Das bis zu einem bestimmten Zeitpunkt während der Ausstoßphase aus dem Extrusionskopf austretenden Materialvolumen ergibt sich aus dem Abstand der Schnittpunkte einer zur Ordinate parallel verlaufenden Geraden durch den Bestimmungzeitpunkt mit den Streckenabschnitten BC und BE. Nach der Ausstoßzeit t_A ist demnach das Volumen, das der Länge der Strecke EC, d. h. dem Brutto-Volumen entspricht, aus dem Extrusionskopf ausgetreten. Insbesondere läßt sich aus dem Bewegungsverlauf des Ringkolbens entlang der Strecke AB die Förderleistung des Extruders bestimmen.

Aus dem Diagramm und der einleitend erörterten Arbeitsweise derartiger Extrusionseinheiten geht hervor, daß das Brutto-Volumen und die Zykluszeit Vorgabe-Größen darstellen, die nicht direkt beeinflussbar sind, sondern sich vielmehr aus dem Zusammenwirken von Förderleistung, Geschwindigkeit des Ringkolbens während des Ausstoßvorgangs und dem gespeicherten Materialvolumen ergeben. Das Brutto-Volumen und/oder die Zykluszeit werden nur dann eingehalten, wenn alle Betriebsgrößen im wesentlichen den jeweiligen Soll-Werten entsprechen. Andernfalls können sich sowohl ein abweichendes Brutto-Volumen als auch eine abweichende Zykluszeit einstellen mit der Folge, daß die Qualität der Hohlkörper und/oder die Produktivität des Extrusionsblasformprozesses nicht den gewünschten Anforderungen genügen.

Gemäß der Erfindung werden die Geschwindigkeit des Ringkolbens als Maß für die Förderleistung sowie dessen Position während der Füllphase durch die zentrale Regel- und Steuereinheit erfaßt. In Abhängigkeit von Zeitpunkt und Ausmaß eventueller Abweichungen vom Soll-Zustand werden dann Regeleinriffe eingeleitet, so daß mit größtmöglicher Genauigkeit das erforderliche Brutto-Volumen für einen Vorformling ausgestoßen wird. Dabei soll weiterhin angestrebt werden, daß die Zykluszeit der zugeordneten Blasformeinheit eingehalten wird. Anhand der folgenden Figuren soll die Verfahrensweise erläutert werden, wobei zum Vergleich auch der ideale Verlauf gemäß Fig. 2 gezeigt ist.

In Fig. 3 ist eine Abweichung der Förderleistung des Extruders dargestellt. Im folgenden werden vom Soll-Verlauf abweichende Betriebszustände mit ' oder '' gekennzeichnet. In diesem Beispiel wird eine geringere Menge Material pro Zeiteinheit plastifiziert, so daß das erforderliche Brutto-Volumen erst in entsprechend längerer Zeit t_z' (Strecke AE') extrudiert wird mit der Folge, daß das eingestellte Volumen V_S des zu speichernden Materials ebenfalls zu einem späteren Zeitpunkt D' erreicht sein wird. Zu diesem späteren Zeitpunkt wird

das Material mit der eingestellten Geschwindigkeit des Ringkolbens aus dem Speicherraum verdrängt, so daß die Soll-Ausstoßzeit t_A , allerdings zeitverschoben, eingehalten wird, da der durchzuführende Hub des Ringkolbens unverändert bleibt. Dies hat zur Folge, daß aufgrund der geringeren Förderleistung des Extruders während der Ausstoßphase weniger Materialvolumen V_E' (Strecke F'C') in den Extrusionskopf gefördert wird und demnach das ausgestoßene Volumen V_B' kleiner als das Soll-Volumen V_B eines Vorformlings ist.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß die dargestellten V-t-Diagramme nur den qualitativen Verlauf eines Extrusionsprozesses wiedergeben. Aufgrund der gewählten Achsenaufteilungen des Koordinatensystems können daher die Volumenabweichungen sehr klein und damit unbedeutend erscheinen. Es ist aber offensichtlich, daß auch bereits geringe Volumenabweichungen des ausgestoßenen Materials Längenänderungen des Vorformlings bewirken können, die z. B. eine Wanddickenverteilung bezüglich der Längserstreckung des Vorformlings erheblich verschieben können, so daß der fertige Hohlkörper nicht die gewünschte Wandstärkenverteilung aufweist. Anhand der gezeigten Beispiele sollen lediglich die prinzipiellen Verfahrensweisen erläutert werden.

Bekannte Vorrichtungen erfassen in der Regel entweder die Zeitdifferenz (Strecke DD') zwischen der Soll-Zeit und der Ist-Zeit, zu welcher das zu speichernde Material angesammelt ist, oder zum Soll-Zeitpunkt D, zu welchem das gespeicherte Material ausgestoßen wird, die Position B' des Ringkolbens und vergleichen diese mit seiner Soll-Position B. Aufgrund des Vergleichsergebnisses wird ein Regeleinriff eingeleitet, der in diesem Fall eine Erhöhung der Förderleistung des Extruders bewirkt. Ein derartiger Regeleinriff wird sich im allgemeinen erst im folgenden Arbeitszyklus auswirken können. Weiterhin ist es nachteilig, daß frühestens am Ende der Speicherphase des nächsten Zyklus der Regeleinriff in seiner Wirkung kontrolliert werden kann.

In Fig. 4 ist eine nur für kurze Zeit andauernde Förderleistungsschwankung des Extruders dargestellt, nach welcher der Extruder wieder seine Soll-Förderleistung erreicht. Eine derartige Förderleistungsschwankung kann z. B. durch verzögertes Nachrutschen des granulatformigen Kunststoffes im Einfülltrichter verursacht werden. Entsprechend der Darstellung wird das zu speichernde Volumen erst zu einem späteren Zeitpunkt D' in dem Speicherraum angesammelt sein. Da in diesem Fall bereits nach kurzer Zeit die Förderleistung des Extruders wieder dem Soll-Wert entspricht und somit die Strecke A'C' parallel zur Strecke AC verläuft, wird während der Ausstoßphase (Strecke D'E') das erforderliche Volumen V_E vom Extruder in den Extrusionskopf gefördert, so daß das erforderliche Brutto-Volumen, allerdings zu einem späteren Zeitpunkt (E'), ausgestoßen wird.

Aber auch in diesem Fall wird durch bekannte Regeleinrichtungen entweder die Differenz zwischen Soll-Zeit und Ist-Zeit (Strecke DD'), in welcher das angesammelte Materialvolumen gespeichert ist, oder die Differenz zwischen Soll-Position des Ringkolbens und seiner Ist-Position (Strecke BB''), in welcher er sich nach der Soll-Speicherzeit befindet, erfaßt. Dies hat zur Folge, daß auch in diesem Beispiel die Förderleistung des Extruders durch einen Regeleinriff verändert wird, obwohl sie nach nur kurzzeitiger Abweichung ihren Soll-

Wert wieder erreicht hatte.

Die Beispiele in Fig. 3 und Fig. 4 zeigen, daß Extrusionsprozesse mit bekannten Regel- und Steuereinrichtungen, welche lediglich einmal pro Zyklus den Betriebszustand erfassen, zumindest innerhalb des Arbeitszyklus, in welchem die Schwankung aufgetreten ist, einen Vorformling erzeugen, der ein vom Soll-Wert abweichendes Brutto-Volumen aufweist, wobei ggf. dieser Vorformling sogar in einer von der Soll-Zeit abweichenden Zykluszeit hergestellt wird. Weiterhin werden durch derartige Regel- und Steuereinrichtungen Regeleingriffe bewirkt, die eine Veränderung einer Betriebsgröße frühestens im nächsten Arbeitszyklus zur Folge haben, so daß deren Wirkungen demnach erst in diesem festgestellt werden können. Mithin kann es dabei vorkommen, daß Regeleingriffe zu dem Zeitpunkt ihrer Einleitung nicht mehr erforderlich waren. Derartig fehlgehende Regelungen eines Extrusionsblasformprozesses sind insbesondere darauf zurückzuführen, daß während der gesamten Speicherphase, welche in der Regel länger als die Ausstoßphase, in vielen Fällen sogar bis zu 90% der Zykluszeit andauern kann, keine der maßgebenden Betriebsgrößen, insbesondere die Förderleistung des Extruders und die Position des Ringkolbens erfaßt, ausgewertet und eventuell angepaßt wird. In der Regel werden daher mehrere Arbeitszyklen benötigt, um auftretende Schwankungen auszugleichen.

Mit einer Regel- und Steuereinrichtung gemäß der Erfindung sollen die Nachteile der bekannten Regeleinrichtungen dadurch vermieden werden, daß zumindest während eines Teilabschnitts der Füllphase die Position des Ringkolbens und dessen Geschwindigkeit, welche ein Maß für die Förderleistungen ist, erfaßt und ausgewertet werden.

In Fig. 5 ist ein Bewegungsablauf des Ringkolbens dargestellt, der sich einstellen kann, wenn die Förderleistung des Extruders durch eine Regel- und Steuereinrichtung gemäß der Erfindung geregelt wird. Es ist offensichtlich, daß durch die stetige Erfassung der Ist-Werte und einen Vergleich mit den Soll-Werten Regeleingriffe bewirkt werden können, die noch in demselben Arbeitszyklus wirksam werden, und deren Wirkung in letzterem noch kontrolliert werden kann. Dies hat zur Folge, daß in der Regel das Ende der Speicherphase zum richtigen Zeitpunkt D erreicht werden kann, wobei ebenfalls eine Förderleistung des Extruders eingestellt sein kann, die im wesentlichen dem Soll-Wert entspricht. Da sich eventuelle Schwankungen der Förderleistung des Extruders nunmehr nur noch in der Ausstoßphase und demnach nur noch bezüglich des während dieser Zeit extrudierten Volumens V_E auswirken können, wird in der Regel das erforderliche Brutto-Volumen V_B mit größtmöglicher Genauigkeit ausgestoßen werden. Jedenfalls können Schwankungen in der Entleerungsphase auftreten, die quantitativ nicht sehr ins Gewicht fallen und in manchen Fällen in Kauf genommen werden.

Es ist bekannt, daß ein stabiler Betriebszustand eines Extruders von einer Vielzahl von Einflüssen abhängt, so daß in der Regel auch geringfügige Veränderungen durch äußere Eingriffe längerfristige Ausgleichsvorgänge zur Folge haben. Es wird daher anzustreben sein, häufige Regeleingriffe auf den Betriebszustand des Extruders zu vermeiden. Demzufolge kann es in manchen Fällen unter Umständen nachteilig sein, einen Extrusionsprozeß derart zu regeln, daß sich ein Bewegungsverlauf gemäß Fig. 5 ergibt.

Vielmehr wird es oft zweckmäßig sein, Regeleingriffe in den Betriebszustand des Extruders erst dann einzulei-

ten, wenn die Abweichungen der Förderleistung einen vorbestimmten Toleranzbereich überschreiten. Häufige Regeleingriffe, wie in Fig. 5 dargestellt, werden jedenfalls dann unvermeidbar sein, wenn die Förderleistung des Extruders oft Schwankungen aufweist, welche den zulässigen Toleranzbereich überschreiten. Dies kann z. B. dann der Fall sein, wenn die Extrusionseinheit nach einer Betriebspause wieder angefahren wird, so daß sich erst noch ein stabiler Betriebszustand aller Einflußgrößen einstellen muß, die sich auf die Förderleistung des Extruders auswirken. Die bis zum Erreichen des stabilen Betriebszustandes entstehenden Abweichungen des Extrusionsprozesses können durch Veränderung anderer Betriebsgrößen ausgeglichen werden. Dies ist deshalb möglich, weil durch die stetige Überwachung der Geschwindigkeit des Ringkolbens und dessen Position durch die zentrale Steuer- und Regeleinheit Aussagen bezüglich des Ausmaßes der Abweichung während des weiteren Verlaufs und am Ende des Extrusionsprozesses gemacht werden können. Es wird dabei im folgenden davon ausgegangen, daß sich die in der Füllphase eingestellten Abweichungen in der Ausstoßphase weiter fortsetzen. Schwankungen, die erst in der Ausstoßphase auftreten, können nicht erfaßt und demnach nicht ausgewertet werden.

In Fig. 6 sind, ausgehend von einer Förderleistung des Extruders, die kleiner als die Soll-Förderleistung ist, Auswirkungen von Regeleingriffen dargestellt, die zu Veränderungen des Volumens des zu speichernden Materials und/oder der Geschwindigkeit des Ringkolbens während des Ausstoßvorganges führen, so daß im wesentlichen das erforderliche Brutto-Volumen ausgestoßen wird. Bei der ersten Möglichkeit, die in der Fig. 6 mit ' bezeichnet ist, wird das Volumen des zu speichernden Materials V_S' derart erhöht (Strecke D'B'), daß bei der eingestellten Soll-Ausstoßgeschwindigkeit des Ringkolbens gerade so viel Material V_E' von dem Extruder in den Extruder während der Ausstoßphase gefördert wird (Strecke F'C'), daß dieser Volumenanteil zusammen mit dem gespeicherten Material das erforderliche Brutto-Volumen V_B ergibt. Es werden sich dabei sowohl ein anderer Zeitpunkt des Ausstoßbeginns (D') als auch eine veränderte Ausstoßzeit t_A' sowie eine andere Zykluszeit t_Z' einstellen. Bei der mit '' bezeichneten zweiten Möglichkeit wird vom Soll-Ausstoßbeginn (D) an das gespeicherte Material (Strecke DB'') mit verringerter Ausstoßgeschwindigkeit aus dem Speicherraum verdrängt. Es wird sich demnach eine längere Ausstoßzeit t_A'' einstellen, innerhalb welcher entsprechend mehr Material (Strecke F''C') von den Extrudern in den Extrusionskopf gefördert wird. Eine derartige Regelung ist nur dann möglich, wenn sich durch die veränderte Geschwindigkeit des Ringkolbens während des Ausstoßvorganges keine qualitätsmindernden Beeinflussungen des Vorformlinge ergeben. Auch diese Regelmöglichkeit hat eine Veränderung der Zykluszeit t_Z' zur Folge, wobei der Zeitpunkt des Ausstoßbeginns (D) eingehalten wird.

Bei beiden in Fig. 6 gezeigten Möglichkeiten werden sich von den Soll-Volumenanteilen V_S und V_E abweichende Volumenanteile V_S' und V_E' bzw. V_S'' und V_E'' einstellen, die zusammen das erforderliche Brutto-Volumen V_B ergeben. Dabei führen die Ausgleichsvorgänge zu einer Veränderung der Zykluszeit und der Ausstoßzeit. Der parallel verlaufende Arbeitsablauf der Blasformmaschine muß ggf. darauf eingestellt werden. Es ist weiterhin ersichtlich, daß die gezeigte Zykluszeitverlängerung zu einer Verringerung der Produktivität führt.

In Fig. 7 werden daher weitere Regelmöglichkeiten dargestellt, die keine oder nicht ins Gewicht fallende Veränderungen der Zykluszeit bewirken, wobei weiterhin das erforderliche Brutto-Volumen eines Vorformlings aus dem Extrusionskopf ausgestoßen wird. Gemäß den einleitend erläuterten konstruktiven Gegebenheiten ist es im allgemeinen üblich, daß der durchzuführende Hub des Ringkolbens, durch welchen das Volumen des zu speichernden Materials bestimmt wird, kleiner ist als der durch den Speicherraum maximal mögliche Hub, so daß das zu speichernde Volumen nur einen Teil des maximalen Volumens des zur Verfügung stehenden Speicherraums ausfüllt. In vielen Fällen wird die Anordnung der den Hub begrenzenden Endpositionen im Speicherraum so getroffen sein, daß sowohl bei der Ausstoßbewegung als auch bei der Speicherbewegung der Ringkolben einen längeren Weg durchführen kann als der Soll-Weg und somit mehr Material aus dem Speicherraum verdrängt bzw. mehr Material in dem Speicherraum angesammelt wird. Dieses zusätzliche Volumen stellt ein Ausgleichsvolumen dar, das zum Ausgleich von Abweichungen der Förderleistungen des Extruders verwendet werden kann. In Fig. 7 ist eine mit Fig. 3 vergleichbare Abweichung der Förderleistung des Extruders gezeigt. Zusätzlich ist auf der Ordinate noch ein maximales Volumen V_{\max} des zur Verfügung stehenden Speicherraums dargestellt, innerhalb dessen sich das Volumen des zu speichernden Materials befindet. Entsprechend der mit ' bezeichneten Möglichkeit wird ab dem Zeitpunkt des Soll-Ausstoßbeginns (D) der Ringkolben mit der eingestellten Ausstoßgeschwindigkeit bewegt. Der durchzuführende Hub des Ringkolbens wird dabei so eingestellt, daß sich das aus dem Speicherraum verdrängte Material zusammensetzt aus dem Volumenanteil V_S' (Strecke E'F'), welcher innerhalb der Speicherzeit in diesem Zyklus gespeichert wurde, und dem Volumenanteil V_H' (Strecke BB' oder G'H'), welcher dem Differenzvolumen zwischen dem zu speichernden Soll-Volumen V_S und dem gespeicherten Volumen V_S' entspricht, sowie einem weiteren Volumenanteil V_A' (Strecke G'C'), welcher dem Differenzvolumen zwischen dem in der Ausstoßzeit zu extrudierenden Soll-Volumen V_E und dem extrudierten Volumen V_E' entspricht. In dem Ausgleichsvolumen V_A' ist dabei noch ein kleinerer Volumenanteil berücksichtigt (Strecke J'C'), der in diesem Fall dadurch entsteht, daß infolge des Ausgleichens des Differenzvolumens zwischen V_E und V_E' der Ringkolben in der Regel einen längeren Hub als den Soll-Hub zurücklegen muß, so daß sich bei vorgegebener Ausstoßgeschwindigkeit des Ringkolbens eine längere Ausstoßzeit t_A' einstellt, die eine weitere Veränderung des Volumens des extrudierten Materials bewirken würde. Diese Regelung führt zu einer Verlängerung der Ausstoßzeit t_A' , die im Vergleich zu in den in Fig. 6 gezeigten Ausgleichsmöglichkeiten gering ist. Dabei kann es zweckmäßig sein, den Zeitpunkt des Beginns des Ausstoßhubes so zu verschieben, daß der Extrusionsprozeß zur vorgegebenen Zeit t_z beendet ist. In diesem Fall würde dies einen früheren Ausstoßbeginn zur Folge haben, wobei darauf zu achten ist, daß zu diesem Zeitpunkt die zugeordnete Blasform schon zur Aufnahme eines Vorformlings bereit sein muß.

Besonders zweckmäßig kann es auch sein, Ausgleichsvorgänge gemäß der mit '' bezeichneten weiteren Regelmöglichkeit durchzuführen. In diesem Fall wird die Ausstoßgeschwindigkeit des Ringkolbens so vergrößert, daß der verlängerte Hub in einer im wesentlichen gleichen Zeit wie die Soll-Ausstoßzeit t_A zurück-

gelegt wird. In diesem Fall muß außer dem Differenzvolumenanteil V_H'' (Strecke B'B oder G''C) nur noch der zusätzliche Volumenanteil V_A'' (Strecke C''G''), der wegen der geringeren Förderleistung während der Ausstoßzeit nicht extrudiert wird, als Ausgleichsvolumen aus dem Speicherraum verdrängt werden. Durch diese Regelung wird erreicht, daß das erforderliche Brutto-Volumen sowohl in der Soll-Zykluszeit t_z als auch zum richtigen Zeitpunkt D ausgestoßen wird. Eine Beeinflussung des Blasformprozesses, die ggf. eine Beeinträchtigung der Produktivität bewirkt, tritt bei diesem Verfahren nicht ein.

Es ist selbstverständlich, daß derartige, in Fig. 6 und 7 gezeigte Ausgleichsvorgänge sinngemäß auch auf solche Abweichungen übertragbar sind, die durch eine zu große Förderleistung des Extruders verursacht werden. Dabei wird jedoch in der Regel darauf zu achten sein, daß ein erforderlicher Ausgleichsvorgang eine kürzere Zykluszeit und/oder einen früheren Ausstoßbeginn zur Folge hat, die unter Umständen den vorgegebenen Zeitabläufen des zugeordneten Blasformprozesses nicht angepaßt werden können, da z. B. die Blasform zu einem früheren Ausstoßbeginn noch nicht zur Aufnahme eines Vorformlings bereit ist. Bei einer Regelung gemäß Fig. 7 werden die Volumenanteile V_H' , V_H'' und V_A' und V_A'' den Volumenanteilen entsprechen, die beim Ausstoßen innerhalb des Speicherraums verbleiben.

Theoretisch sind Regelungsmöglichkeiten gemäß Fig. 7 durch die Grenzen des maximalen Hubs des Ringkolbens Beschränkungen unterworfen, falls das Ausgleichsvolumen bei zu hoher Förderleistung des Extruders vollständig gefüllt oder bei zu niedriger Förderleistung vollständig entleert wird. Die Grenzen werden im allgemeinen dann erreicht sein, wenn der Extruder über mehrere Arbeitszyklen gleichartige Abweichungen aufweist. Zu diesem Zeitpunkt muß die Förderleistung derart verändert werden, daß sich entweder der Soll-Zustand einstellt oder zumindest wieder eine Ausgleichsregelung gemäß Fig. 7 möglich wird. Es kann dabei vorgesehen werden, z. B. bei zu geringer Förderleistung des Extruders bei Erreichen der vollständigen Entleerung des Speicherraums den Extruder auf einen stabilen Betriebszustand zu bringen, der eine geringfügig höhere Förderleistung zur Folge hat. Nach mehreren Zyklen wird es dann erforderlich sein, eine geringfügig kleinere Förderleistung einzustellen, da der Speicherraum nunmehr vollständig gefüllt ist. Zweckmäßig kann es auch sein, einen vollständig entleerten Speicherraum dadurch aufzufüllen, daß durch zumindest eine verlängerte Zykluszeit das Ausgleichsvolumen des Speicherraums wieder aufgefüllt wird. Dementsprechend könnte durch zumindest eine Zykluszeitverkürzung das vollständig gefüllte Ausgleichsvolumen des Speicherraums zumindest teilweise wieder entleert werden. Bei den letztgenannten Möglichkeiten muß jedoch auch die Zykluszeit der zugeordneten Blasformmaschine berücksichtigt werden, damit derartige Veränderungen den Blasformprozeß nicht beeinträchtigen. Besonders zweckmäßig wird es sein, solche Ausgleichsvorgänge für das Ausgleichsvolumen des Speicherraums dann einzuleiten, bevor die unveränderbaren konstruktiv vorgegebenen Anschlagspositionen für den Ringkolben erreicht werden, so daß sichergestellt ist, daß in jedem Zyklus ein Vorformling mit dem erforderlichen Brutto-Volumen ausgestoßen wird. Die vorstehend erörterten Möglichkeiten werden jedoch in vielen Fällen nicht erforderlich sein, da im allgemeinen die Förderleistung des Extruders nicht ausschließlich in einer Richtung von der Soll-Förderlei-

stung abweicht.

Vorteilhaft ist bei den in den Fig. 6 und 7 gezeigten Regelungen, daß die durchzuführenden Ausgleichsvorgänge auch dann noch zum gewünschten Erfolg führen, wenn z. B. Abweichungen der Förderleistung des Extruders, die auch den zulässigen Toleranzbereich überschreiten können, kurz vor dem Ende der Füllphase auftreten, so daß sie nicht mehr überwachbar ausgeglichen werden können. Da die in Fig. 6 und 7 gezeigten Anpassungen in erster Linie Vorgabegrößen für den anschließenden Ausstoßvorgang sind, können sie nahezu ohne Zeitverzögerung vorgenommen werden. Insbesondere wird durch diese Regelungen ein häufiger Regeleingriff auf den Betriebszustand des Extruders vermieden.

Es ist selbstverständlich, daß eine Regelung gemäß Fig. 7 auch auf eine Abweichung, die in Fig. 4 gezeigt ist, anwendbar ist. In einem solchen Fall müßte lediglich das fehlende Materialvolumen (Strecke B''B) aus dem Ausgleichsvolumen des Speicherraumes entnommen werden, da die Förderleistung des Extruders wieder ihren Soll-Wert erreicht hat. Ein zusätzliches Volumen $V_{A'}$ oder $V_{A''}$ müßte demnach ausgestoßen werden. Insbesondere bei einer derartigen Störung des Betriebszustandes sind die Vorteile der erfindungsgemäßen Steuer- und Regeleinheit zu erkennen. Da im Gegensatz zu bekannten Regelungen die Förderleistung des Extruders während der Füllphase überwacht wird, erfolgt lediglich ein Ausgleich des fehlenden gespeicherten Materials, weil die zum Ende des Füllvorgangs wieder eingestellte Soll-Förderleistung erfaßt wird. Ein in diesem Fall sonst üblicher, fehlgehender Regeleingriff auf den Betriebszustand des Extruders wird somit nicht durchgeführt mit der Folge, daß im darauffolgenden Arbeitszyklus die gewünschte Extruderleistung jedenfalls dann eingestellt bleibt, wenn keine zusätzlichen Einflüsse auftreten.

Die Beschreibung der Erfindung bezieht sich im wesentlichen auf Extrusionseinheiten, die einen Extruder aufweisen und denen eine Blasform zugeordnet ist. Selbstverständlich ist die Erfindung auch auf solch Extrusionseinheiten anwendbar, die z. B. zur Bildung mehrschichtiger Vorformlinge eine entsprechende Anzahl von Extrudern aufweisen. Sind der Extrusionseinheit zwei oder mehr Blasformeinheiten zugeordnet, kommt der Erfindung eine besondere Bedeutung zu, da der Anteil des während der Entleerungsphase in den Extrusionskopf hinzugeführten Materialvolumens steigt mit der Folge, daß Schwankungen der Förderleistung des Extruders größere Auswirkungen haben werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Hohlkörpern aus thermoplastischem Kunststoff mittels Extrusionsblasformen, bei welchem Verfahren absatzweise Vorformlinge hergestellt werden unter Verwendung einer Extrusionseinheit, die wenigstens einen kontinuierlich laufenden Extruder und einen Extrusionskopf aufweist, in welchem wenigstens ein Speicherraum zum Speichern des in dem wenigstens einen Extruder plastifizierten Materials und wenigstens ein zwischen zwei Endpositionen hubartig hin- und herbewegbares Mittel zum Entleeren des wenigstens einen Speicherraumes angeordnet sind, und ein Arbeitszyklus der Extrusionseinheit zwei Betriebsphasen aufweist und in einer der Betriebsphasen der wenigstens einen Speicherraum unter Verdrängung des wenigstens einen Mittels

zum Entleeren des Speicherraumes zumindest teilweise gefüllt und während der anderen Betriebsphase das in dem wenigstens einen Speicherraum befindliche Kunststoffmaterial mittels des durch Antriebsmittel bewegten wenigstens einen Mittels zum Entleeren des Speicherraumes in Richtung auf die Austrittsöffnung des Extrusionskopfes bewegt und aus der Austrittsöffnung ein Volumenabschnitt des plastifizierten Materials zur Bildung des Vorformlings ausgestoßen wird, wobei der ausgestoßene Volumenabschnitt ein Volumen aufweist, das sich aus einem Volumenanteil, welcher zuvor in dem wenigstens einen Speicherraum gespeichert war, und einem Volumenanteil zusammensetzt, welcher während der Ausstoßzeit von dem wenigstens einen Extruder in den Extrusionskopf gefördert wird, und zumindest ein Teilabschnitt des Volumenabschnitts innerhalb des Formnestes einer unterteilten Blasform, die wenigstens zwei zueinander bewegbare Formteile aufweist, welche das Formnest begrenzen, unter innerem Überdruck aufgeweitet und gekühlt wird, dadurch gekennzeichnet, daß während wenigstens eines Teilabschnitts des Füllvorgangs der zurückgelegte Weg und/oder die Geschwindigkeit des wenigstens einen Mittels zum Entleeren des wenigstens einen Speicherraumes von einer zentralen Steuer- und Regeleinheit erfaßt und mit zugeordneten Soll-Werten verglichen werden und zumindest bei einer ein vorgegebenes Ausmaß überschreitenden Abweichung von wenigstens einem Soll-Wert in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis wenigstens eine Betriebsgröße der Extrusionseinheit, z. B. das zu speicherende Volumen, der Entleerungshub, die Ausstoßgeschwindigkeit des wenigstens einen Mittels zum Entleeren des wenigstens einen Speicherraumes, die Förderleistung des wenigstens einen Extruders oder abgeleitete Größen, derart verändert wird, daß das vorbestimmte Volumen für einen Vorformling mit größtmöglicher Genauigkeit aus dem Extrusionskopf ausgestoßen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Veränderung der wenigstens einen Betriebsgröße noch während des Arbeitszyklus der Extrusionseinheit durchgeführt wird, in welchem die Abweichung auftritt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Veränderung der wenigstens einen Betriebsgröße noch in der Betriebsphase des Arbeitszyklus durchgeführt wird, in welcher die Abweichung auftritt.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Veränderung der wenigstens einen Betriebsgröße in der darauffolgenden Betriebsphase des Arbeitszyklus durchgeführt wird, in welchem die Abweichung auftritt.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Veränderung wenigstens einer Betriebsgröße in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Auftretens einer Abweichung von einem Soll-Wert durchgeführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das maximale Volumen des Speicherraumes größer ist als dessen Soll-Volumen, das jeweils für die Herstellung eines Hohlkörpers benötigt wird, und der maximale Hub des wenigstens einen Mittels zum Entleeren des wenigstens einen Speicherraumes größer ist als der Hub, der für die

Herstellung des Hohlkörpers benötigt wird, und die bei einer Abweichung der Förderleistung des Extruders von der Soll-Förderleistung auftretende Abweichung der im Speicherraum gespeicherten Materialmenge von der Soll-Materialmenge durch entsprechende Veränderung der Endpositionen, zwischen denen das Mittel zum Entleeren des Speicherraumes hin- und herbewegt wird, kompensiert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die bei einer Abweichung der Förderleistung des Extruders von dessen Soll-Förderleistung auftretende Abweichung der während der Entleerungsphase vom Extruder in den Extrusionskopf geförderten Materialmenge vom Soll-Wert dieser Materialmenge durch entsprechende Veränderung der Länge des Entleerungshubes kompensiert wird und die Geschwindigkeit, mit welcher der Entleerungshub durchgeführt wird, so geändert wird, daß die für die Entleerungsphase erforderliche Zeit im wesentlichen mit der Soll-Zeit für die Entleerungsphase übereinstimmt.

8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die bei einer Abweichung der Förderleistung des Extruders von dessen Soll-Förderleistung auftretende Abweichung der während der Entleerungsphase vom Extruder in den Extrusionskopf geförderten Materialmenge vom Soll-Wert dieser Materialmenge durch entsprechende Veränderung der Länge des Entleerungshubes kompensiert wird, wobei die Geschwindigkeit des Mittels zum Entleeren des Speicherraumes unverändert bleibt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die bei unveränderter Geschwindigkeit des Mittels zum Entleeren des Speicherraums durch die Veränderung der Länge des Entleerungshubes bewirkte Veränderung der Zeitdauer des Entleerungshubes durch eine zusätzliche Veränderung der Länge des Entleerungshubes kompensiert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausmaß einer Veränderung wenigstens einer Betriebsgröße in Abhängigkeit vom Ausmaß der Abweichung von dem jeweiligen Soll-Wert erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Veränderung der wenigstens einen Betriebsgröße erst bei einer Abweichung von wenigstens einem Soll-Wert, die einen vorbestimmten Toleranzbereich überschreitet, erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zykluszeit der Extrusionseinheit im wesentlichen konstant gehalten wird.

13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zykluszeit der Extrusionseinheit der Zykluszeit der zugeordneten Blasformeinheit entspricht.

14. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit des wenigstens einen Mittels zum Entleeren des wenigstens einen Speicherraums während wenigstens eines Teilabschnitts des Füllvorgangs als Maß für die Förderleistung des wenigstens einen Extruders genommen wird.

15. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Erreichen einer stationären Förderleistung des wenigstens einen Extruders, die zu-

mindest näherungsweise der Soll-Förderleistung entspricht, keine Änderung der Förderleistung durchgeführt wird, solange deren Schwankung einen vorbestimmten Toleranzbereich nicht überschreitet.

16. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Änderung der Förderleistung des wenigstens einen Extruders erst dann erfolgt, wenn der Toleranzbereich für die Abweichung der Förderleistung des wenigstens einen Extruders für eine vorbestimmte Dauer überschritten wird.

17. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Veränderung der Förderleistung des wenigstens einen Extruders nur derart durchgeführt wird, daß die Wirkung der Veränderung noch in demselben Arbeitszyklus kontrolliert werden kann.

18. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Abweichungen der Förderleistung des Extruders, welche innerhalb des zulässigen Toleranzbereiches liegen, durch Veränderung wenigstens einer anderen Betriebsgröße ausgeglichen werden.

19. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Abweichungen der Förderleistung des wenigstens einen Extruders, welche nicht mehr in demselben Arbeitszyklus kontrollierbar reguliert werden können, durch Veränderung wenigstens einer anderen Betriebsgröße ausgeglichen werden.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

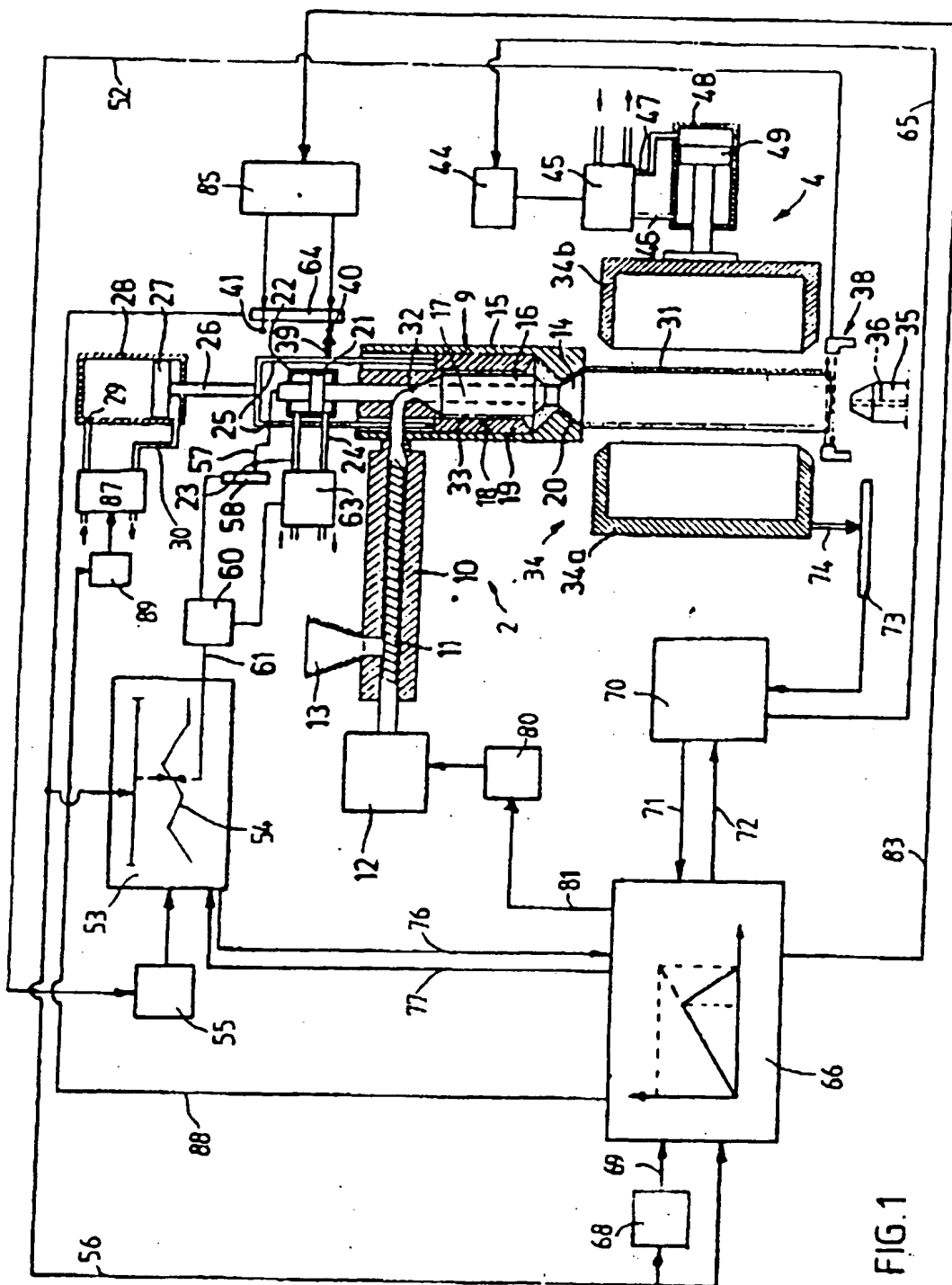


FIG. 1

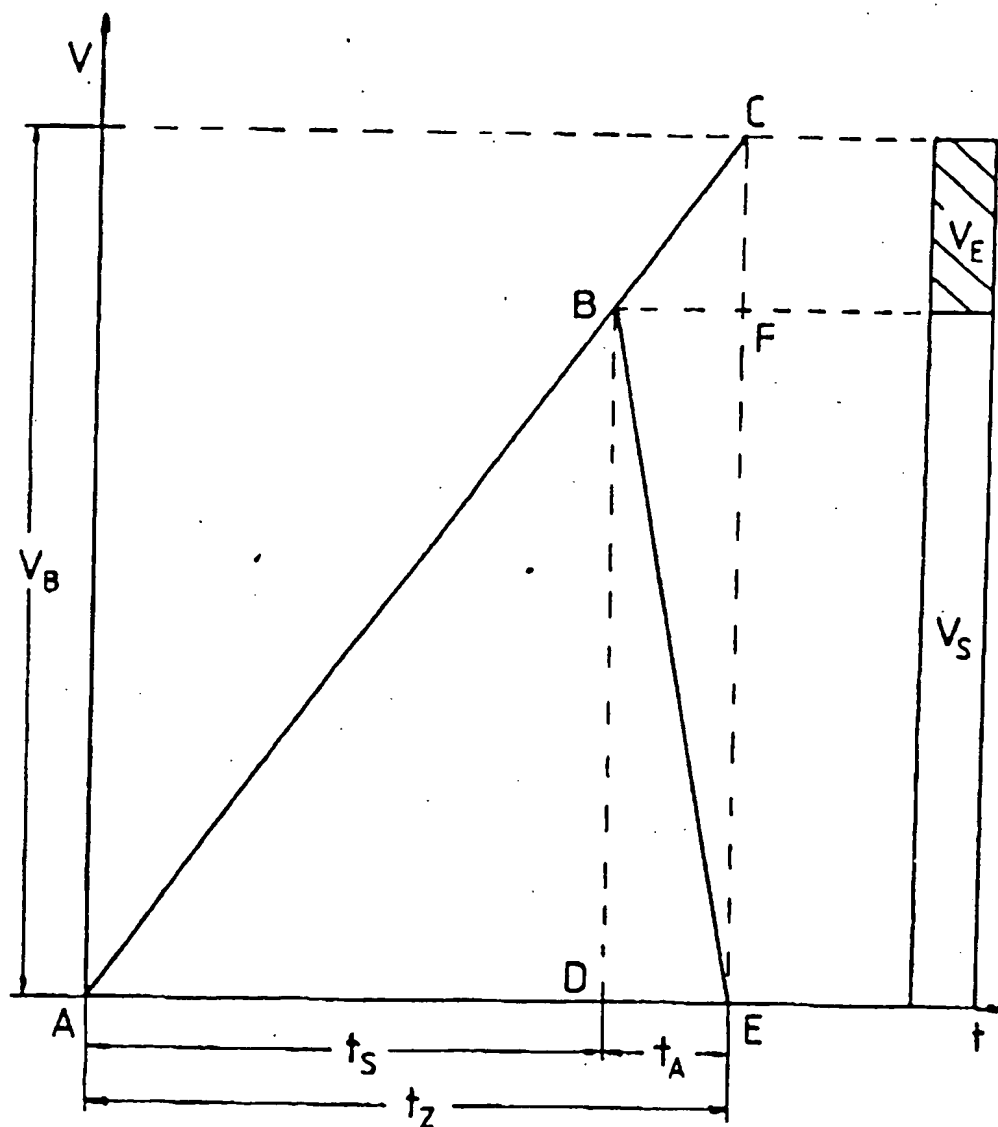


FIG. 2

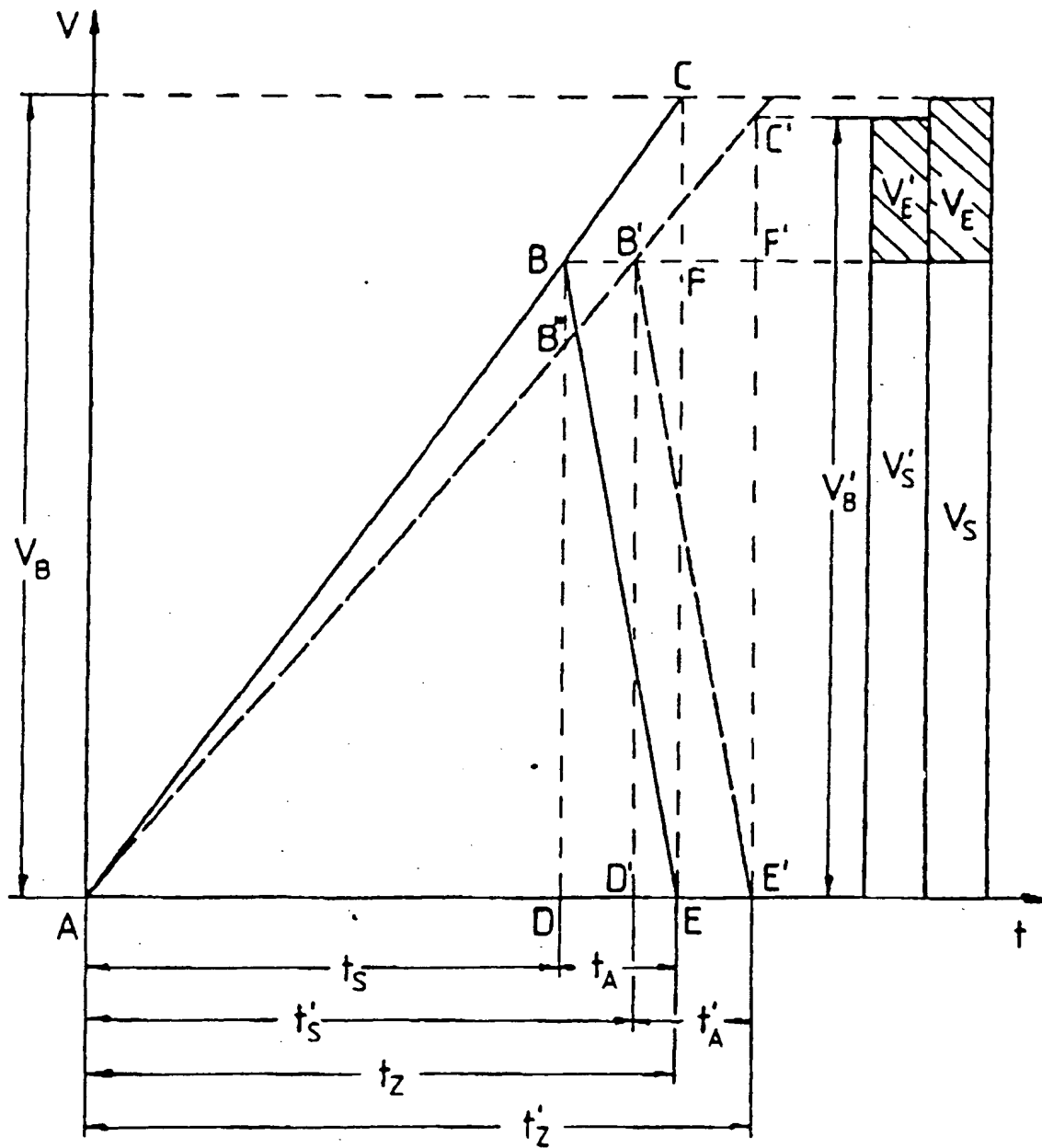


FIG. 3

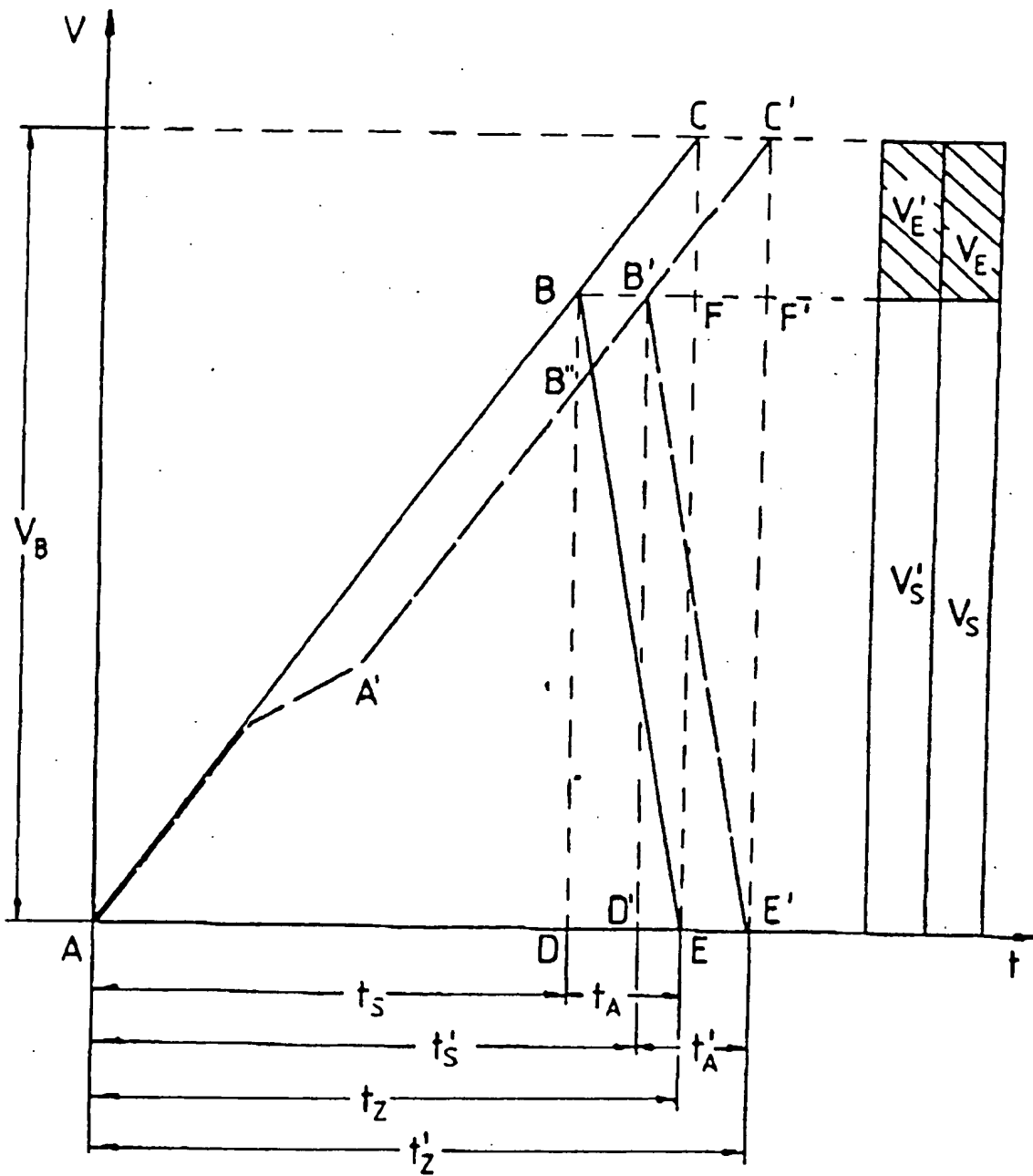


FIG. 4

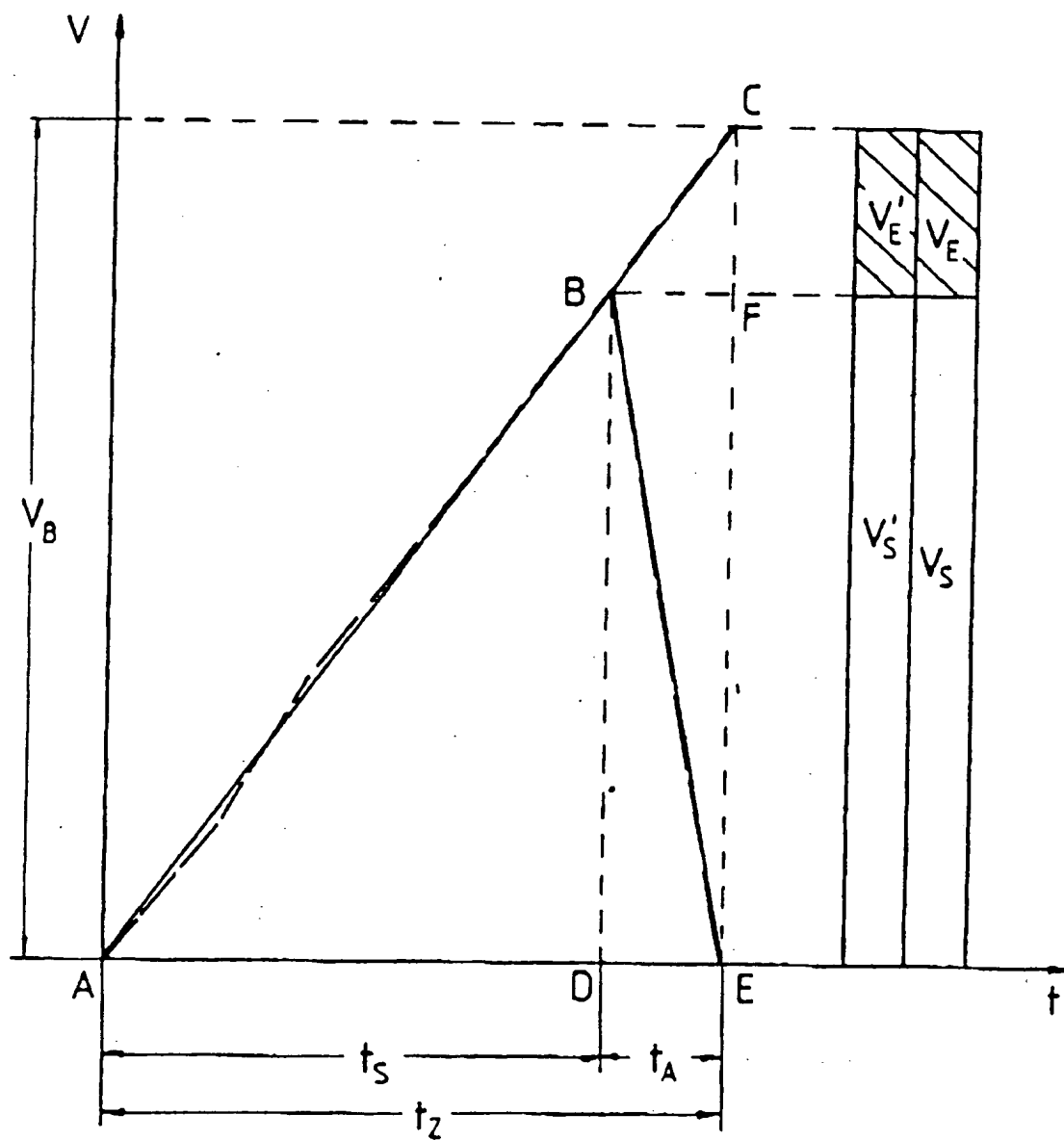


FIG. 5

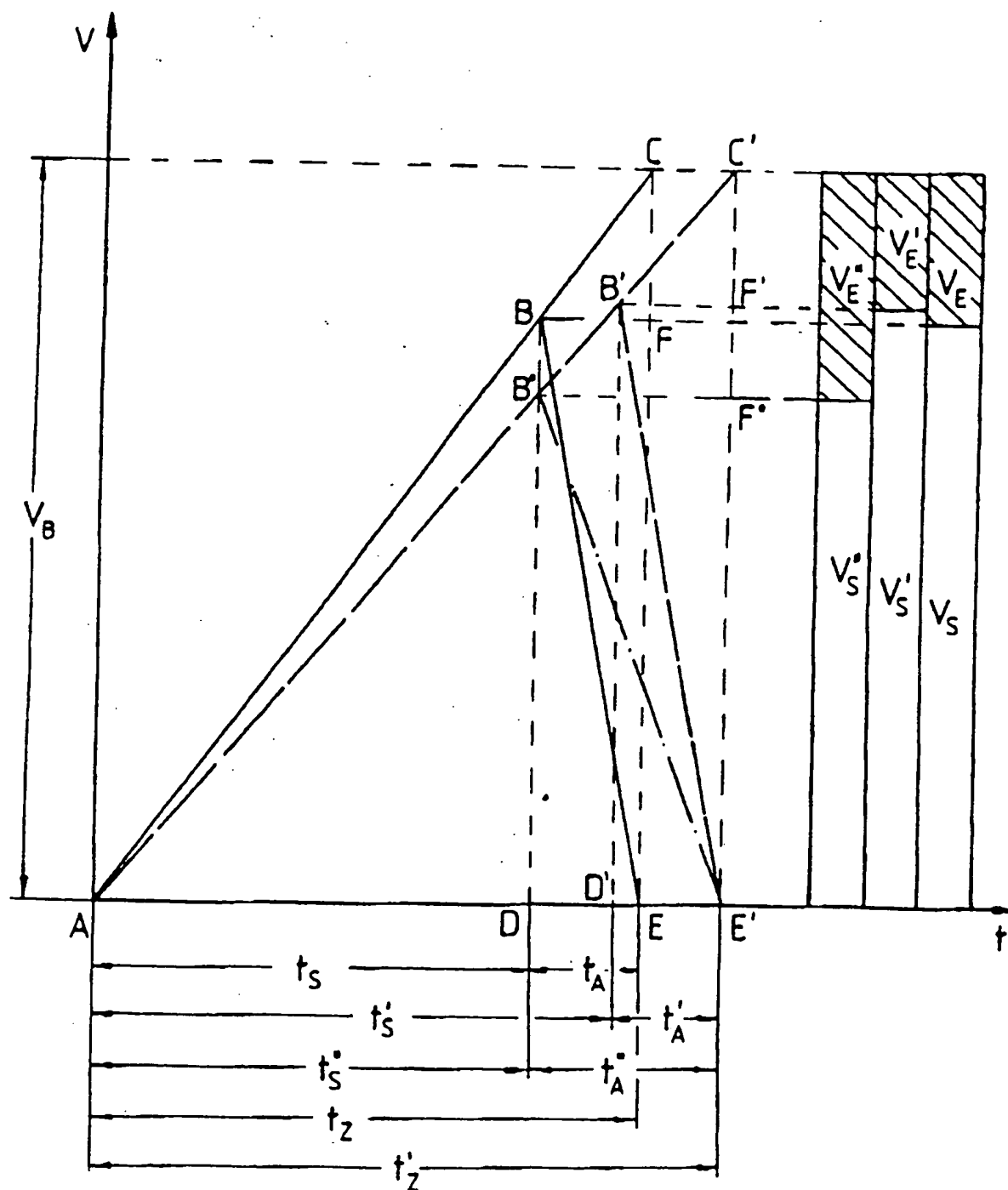


FIG. 6

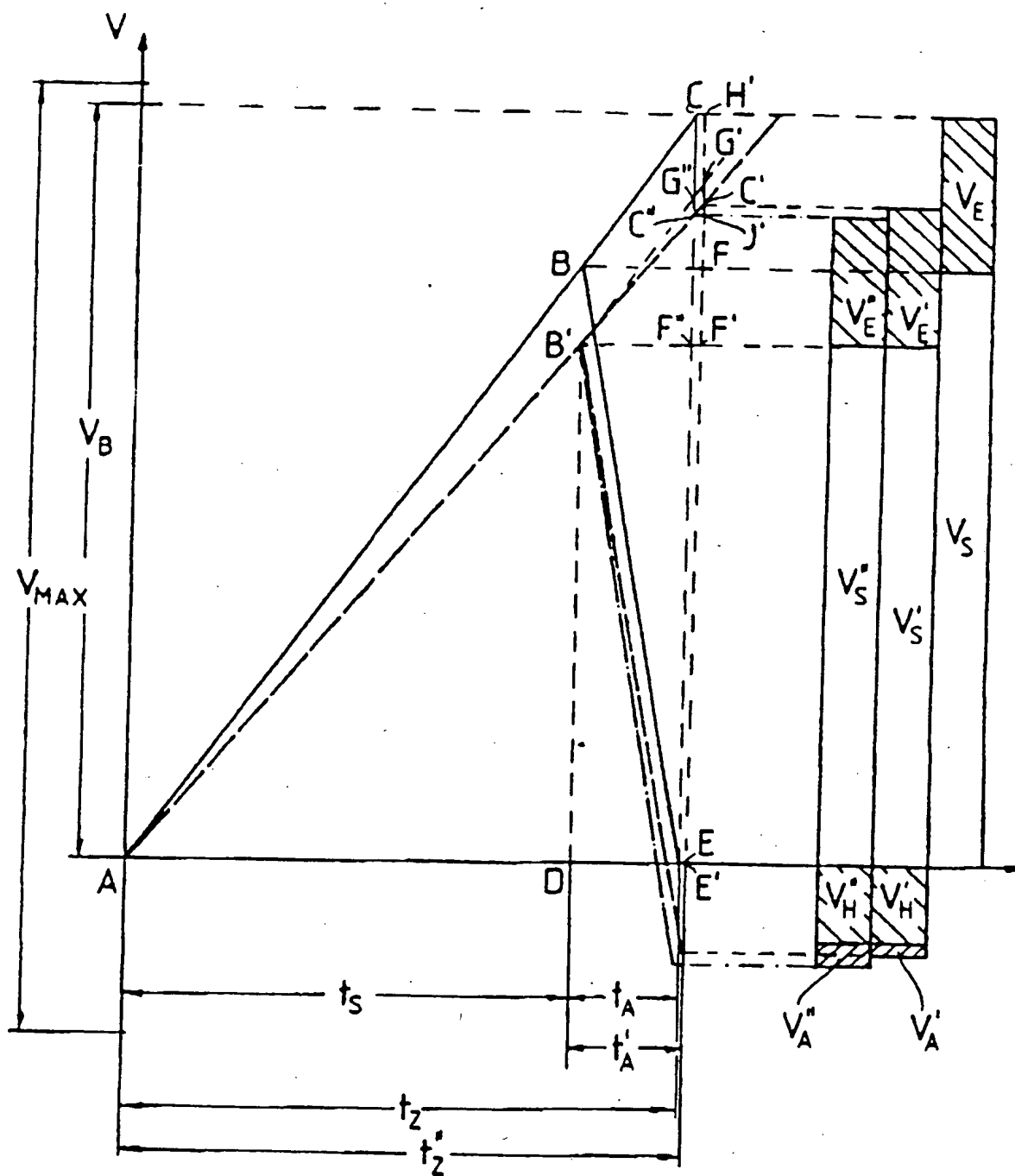


FIG. 7